

P24336.P07



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Satoshi ABE et al.

Appln No. : 10/671,688 Group Art Unit: Unknown

Filed : September 29, 2003 Examiner: Unknown

For : METHOD OF MAKING THREE-DIMENSIONAL OBJECT

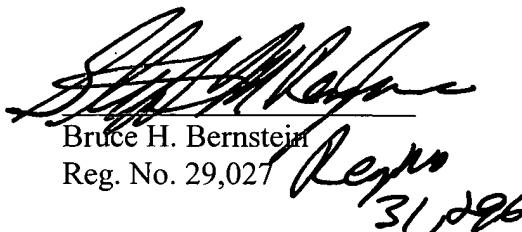
**SUPPLEMENTAL CLAIM OF PRIORITY
SUBMITTING CERTIFIED COPY**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Further to the Claim of Priority filed September 29, 2003 and as required by 37 C.F.R. 1.55, Applicant hereby submits a certified copy of the application upon which the right of priority is granted pursuant to 35 U.S.C. §119, i.e., of Japanese Application No. 2002-287766, filed September 30, 2002.

Respectfully submitted,
Satoshi ABE et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
31/096

December 2, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月30日
Date of Application:

出願番号 特願2002-287766
Application Number:

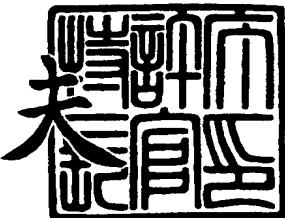
[ST. 10/C] : [JP2002-287766]

出願人 松下电工株式会社
Applicant(s):

2003年 9月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02P02288

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B29C 67/00

【発明の名称】 三次元形状造形物の製造方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 阿部 諭

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 不破 勲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 吉田 徳雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 武南 正孝

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 上永 修士

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1048番地松下电工株式会社内

【氏名】 峠山 裕彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005832

【氏名又は名称】 松下电工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087767

【弁理士】

【氏名又は名称】 西川 恵清

【電話番号】 06-6345-7777

【選任した代理人】

【識別番号】 100085604

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 厚夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053420

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004844

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 三次元形状造形物の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層を、その水平断面積が下層より上層側の方を全体的に大として形成することを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 2】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層のうちの最下層の焼結層を、光ビームの輪郭走査を行って焼結部の輪郭部に熱伝導棧を形成する仮焼結を行った後に上記焼結層の形成用の本焼結を行うことで形成することを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 3】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形

状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の直後に造形物表面部に粉末の付着を防ぐ表面処理を行うことを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項4】 除去工程の直後に該除去工程に際して造形物の外面と粉末層との間に生じた隙間に造形物に接着しにくい材料を充填することを特徴とする請求項3記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項5】 除去工程の直後に造形物周囲を被覆するマスク板を配置することを特徴とする請求項3記載の三次元形状造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は粉末材料を光ビームで焼結硬化させることで三次元形状造形物を製造する三次元形状造形物の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光造形法として知られている三次元形状造形物の製造方法がある。特許第2620353号（特許文献1）などに示された該製造方法は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して該粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成するということを繰り返すことで、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品（三次元形状造形物）を作成するものであり、三次元形状造形物の設計データ（C A Dデータ）であるモデルを所望の層厚みにスライスして生成する各層の断面形状データをもとに光ビームを照射することから、いわゆるC A M装置が無くとも任意形状の三次元形状造形物を製造することができるほか、切削加工などによる製造方法に比して、迅速に所望の形状の造形物を得ることができる。

【0003】

ところで、光ビームを照射して焼結硬化させた部分の周囲には伝達された熱が原因となって不要な粉末が付着するものであり、該付着粉末は密度の低い表面層

を造形物に形成してしまう。この密度の低い表面層を除去して滑らかな表面の三次元形状造形物を得るために、本出願人は特願2000-306546において、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入することを提案した。この場合、焼結層の作成と造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を繰り返し行うことで、ドリル長などの制約を受けることなく表面を仕上げることができる。

【0004】

【特許文献1】

特許第2620353号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ここにおいて、上記除去工程を挿入することを前提とした場合、各焼結層はその大きさ（水平断面積）を本来の値より大きくしておき、除去時に本来の寸法となるようにすることで、滑らかで且つ硬度の高い表面を確実に得ることができるものとなるが、次のような問題が新たに生ずるものとなった。

【0006】

すなわち、図11に示すように、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成されるn層の焼結層ブロックBに対して、切削工具4等を用いて表面部及びまたは不要部分の除去を行い、次いでn層の焼結層ブロックB₊₁を形成する時、下層の切削除去済みの焼結層ブロックBの外壁面に周囲の余分な粉末が過剰焼結して、つららの様に付着する。そして、この過剰焼結部17はその上の焼結層ブロックB₊₁に対する切削工具4等を用いた除去工程では除去されずに残ってしまうために、出来上がった三次元形状の造形物の外面には過剰焼結部17による凸凹が生じてしまう。

【0007】

もちろん、上記除去工程に際して下層の焼結層ブロックBの上部外周に生じている過剰焼結部17も除去してしまうことで対処することができるが、この場合、除去加工範囲が多くなり、除去工程に要する時間が増加してしまうとともに、各焼結層ブロック毎に時間の増加が生じることから、全体としてはかなりの時間

増となってしまう。

【0008】

本発明はこのような点に鑑みなされたものであって、その目的とするところは過剰焼結による問題を少なくすることができる三次元形状造形物の製造方法を提供するにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

しかして請求項1の発明は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層を、その水平断面積が下層より上層側の方を全体的に大として形成することに特徴を有している。水平断面積が大となっている上部で過剰焼結部の垂れ下がりを防ぐようにしたものである。

【0010】

また請求項2の発明は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層のうちの最下層の焼結層を、光ビームの輪郭走査を行って焼結部の輪郭部に熱伝導棟を形成する仮焼結を行った後に上記焼結層の形成用の本焼結を行うことで形成することに特徴を有している。仮焼結により、小さな過剰焼結部を形成した後に本焼結を行うことで、過剰焼結部が大

きくなつて垂れ下がりが生じないようにしたものである。

【0011】

さらに請求項3の発明は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の直後に造形物表面部に粉末の付着を防ぐ表面処理を行うことに特徴を有している。付着した粉末による過剰焼結部の増大化を防ぐようにしたものである。

【0012】

また請求項4の発明は、請求項3の発明において、除去工程の直後に該除去工程に際して造形物の外面と粉末層との間に生じた隙間に造形物に接着しにくい材料を充填することに特徴を有している。充填した材料で垂れ下がった過剰焼結部が生じないようにしたものである。

【0013】

また請求項5の発明は、請求項3の発明において、除去工程の直後に造形物周囲を被覆するマスク板を配置することに特徴を有している。マスク板で垂れ下がった過剰焼結部の発生を防いだものである。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下本発明を実施の形態の一例に基づいて詳述すると、図9は光造形による三次元形状造形物の製造装置を示しており、造形用のステージ上、つまり造形タンク25で外周が囲まれた空間内を上下に昇降する昇降テーブル20上に供給した無機質あるいは有機質の粉末材料をスキージング用ブレード21でならすことで所定厚み Δt_1 の粉末層10を形成する粉末層形成手段2と、レーザー発振器30から出力されたレーザーをガルバノミラー31等のスキャン光学系を介して上記粉末層10に照射することで粉末を焼結して焼結層11を形成する焼結層形成

手段3を備えるとともに、上記粉末層形成手段2のベース部にXY駆動機構40を介してミーリングヘッド41を設けた切削除去手段4を備えている。

【0015】

このものにおける三次元形状造形物の製造は、図10を参照して説明すると、昇降テーブル20上面の造形用ベース22表面に粉末材料を供給してブレード21でならすことで第1層目の粉末層10を形成し、この粉末層10の硬化させたい箇所に光ビーム（レーザー）Lを照射して粉末を焼結させてベース22と一体化した焼結層11を形成する。

【0016】

この後、昇降テーブル20を少し下げて再度粉末材料を供給してブレード21でならすことで第2層目の粉末層10を形成し、この粉末層10の硬化させたい箇所に光ビーム（レーザー）Lを照射して粉末を焼結させて下層の焼結層11と一体化した焼結層11を形成するものであり、昇降テーブル20を下降させて新たな粉末層10を形成し、光ビームを照射して所要箇所を焼結層11とする工程を繰り返すことで、目的とする三次元形状造形物を製造する。

【0017】

光ビームの照射経路は、予め三次元CADモデルのデータから作成しておく。すなわち、従来のものと同様に、三次元CADモデルから生成したSTLデータを等ピッチ（たとえば0.05mm）でスライスした各断面の輪郭形状データを用いる。この時、三次元形状造形物の少なくとも最表面が高密度（気孔率5%以下）となるように焼結させることができるように光ビームの照射を行うのが好ましい。

【0018】

そして、上記粉末層10を形成しては光ビームを照射して焼結層11を形成するということを繰り返していくのであるが、焼結層11の全厚みがたとえば切削除去手段4におけるミーリングヘッド41の工具長さなどから求めた所要の値になれば、いったん切削除去手段4を作動させてそれまでに造形した造形物の表面部を切削する。たとえば、ミーリングヘッド41の工具（ボールエンドミル）が直径1mm、有効刃長3mmで深さ3mmの切削加工が可能であり、粉末層10

の厚み Δt_1 が0.05mmであるならば、60層の焼結層11を形成した時点で、切削除去手段4を作動させる。

【0019】

切削除去手段4による切削加工により、造形物の表面に付着した粉末による低密度表面層を除去するものであり、この時、高密度部まで削り込むことによって造形物表面に高密度部を全面的に露出させるようにもよく、この場合は所望の形状よりも焼結層11が少し大きくなるようにしておく。切削除去手段4による切削加工経路は、光ビームの照射経路と同様に予め三次元CADデータから作成する。そして上記切削除去手段4による切削除去を行った後は、再度粉末層10の形成並びに焼結層11の形成を繰り返す。

【0020】

ここにおいて、本発明においては、上記切削除去手段4による切削除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層11からなる焼結層ブロックBを、下層より上層側の方の水平断面積が全体的に大となるようにしている。たとえば図1に示すように上層側ほど漸次大きくなるようにしたり、図2に示すように段を介して大きくなるようにしたりしている。なお、このような形状に焼結するにあたっては、光ビームLのスキャン範囲について各焼結層ブロックBの下端側は図4(a)に示すように、上記三次元CADモデルM(図3参照)の通りの寸法としておくが、上端側は図4(b)に示すようにオフセットfを加えてより広い範囲を焼結することで水平断面積が本来の寸法より大きくなるようにしている。そして、水平断面積が大となっている上部で過剰焼結部の垂れ下がりを防ぐようにしたものである。

【0021】

なお、このように水平断面積が大となっている上部は、次の焼結層ブロックBの焼結形成が終了した時点で、次の焼結層ブロックBの上部の水平断面積が大となっている部分を残した状態で過剰焼結部とともに切削除去すればよい。従って、図1及び図2では全焼結層ブロックBの上部が水平断面積大となっているが、上記の切削除去の手順を踏む場合、最上層の焼結層ブロックBのみが上部の水平断面積が大となっているものとなる。

【0022】

図5に他例を示す。ここでは切削除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される焼結層Bに対する切削除去がなされた後の次の焼結層11の形成に際し、まず焼結部分の外周縁や内周縁といった輪郭線に沿って光ビームL'を走査して、輪郭線に沿ったごく小さな過剰焼結部である熱伝導棧18を形成する。次いで、熱伝導棧18及び熱伝導棧18で囲まれたエリアに光ビームLを照射して本焼結を行う。ここで、熱伝導棧18を形成するための仮焼結用の光ビームL'は、本焼結用の光ビームLよりもエネルギーを小さくしたり高速で走査したりすることで、焼結度合いは小さくしておく。

【0023】

本焼結の前に形成した熱伝導棧18（ごく小さな過剰焼結部17）は、本焼結のための光ビームLの照射に際し、光ビームLからの熱をすでに形成してある焼結層ブロックBに逃がすために、過剰焼結部が大きく成長して下層の焼結層ブロックBの外面に垂れ下がることはない。

【0024】

このほか、図6に示すように、焼結層ブロックBに対する切削除去手段4による切削除去の際に工具の通過跡として生じた外周の溝19に、粉末の付着を防ぐ表面処理を行うようにしてもよい。この表面処理としては、例えば空気または酸素Aを吹き付けながら光ビームL aを照射して焼結層ブロックBの上部壁面に酸化膜を形成する。このような表面処理がなされて粉末が付着しにくくなっていると、過剰焼結部17の付着している粉末による増大化が無いために過剰焼結部17が小さくなるものであり、また既に形成されている焼結層ブロックBに対し、過剰焼結部17が剥離しやすいものとなるために、次の切削除去工程時に過剰焼結部17も除去されてしまうものである。

【0025】

また、図7に示すように、切削除去の際に工具の通過跡として生じた溝19に焼結層ブロックB（焼結層11）と接着しにくい材料C、たとえばセラミック粉末を充填し、この後、次の焼結層11の形成を行うようにしてもよい。過剰焼結部17が生じて垂れ下がろうとしても材料Cがこれを防ぐために、下層の焼結層

ブロック11の外周に過剰焼結部17が生じることはない。

【0026】

また図8に示すように、切削除去手段4による切削除去を行った直後に、それまでに形成した造形物（焼結層ブロックB）の平面形状と同じ形の開口部を備えたマスク板Mを被せ、この状態で次の粉末層10の形成並びに焼結層11の形成を行うようにしてもよい。マスク板Mが過剰焼結部17が垂れ下がってしまうことを防ぐ。

【0027】

【発明の効果】

以上のように請求項1の発明は、無機質あるいは有機質の粉末材料の層の所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させて焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行うにあたり、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層を、その水平断面積が下層より上層側の方を全体的に大として形成するものであり、水平断面積が大となっている上部で過剰焼結部の垂れ下がりを防ぐために、過剰焼結部の除去のための加工を深くまで行わなくてもすむものであり、除去工程に要する時間を短くすることができる。

【0028】

また請求項2の発明は、除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層のうちの最下層の焼結層を、光ビームの輪郭走査を行って焼結部の輪郭部に熱伝導棟を形成する仮焼結を行った後に上記焼結層の形成用の本焼結を行うことから、仮焼結で形成した熱伝導棟が本焼結の際の熱を効果的に他の部分（すでに焼結が済んでいる部分）に流すものであり、このために過剰焼結部が大きく且つ垂れ下がってしまうようなことが生じないものである。

【0029】

さらに請求項3の発明は、除去工程の直後に造形物表面部に粉末の付着を防ぐ表面処理を行うことから、付着した粉末による過剰焼結部の増大化が生じにくいものであり、このために除去工程に要する時間を短くすることができる。

【0030】

また請求項4の発明は、除去工程の直後に該除去工程に際して造形物の外面と粉末層との間に生じた隙間に造形物に接着しにくい材料を充填することから、充填した材料が過剰焼結部の発生及び生じた過剰焼結部の垂れ下がりを防ぐものであり、除去工程に要する時間を短くすることができる。

【0031】

また請求項5の発明は、除去工程の直後に造形物周囲を被覆するマスク板を配置するために、次の焼結層の形成に際して過剰焼結部が垂れ下がることをマスク板が防ぐものであり、過剰焼結部の除去のための加工を深くまで行わなくともよいために除去工程に要する時間を短くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の一例を示すもので、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図2】

他例を示すもので、(a)は斜視図、(b)は断面図である。

【図3】

三次元CADモデルの斜視図である。

【図4】

(a)(b)はオフセットに関する説明図である。

【図5】

他の実施の形態の一例を示しており、(a)は仮焼結時の断面図、(b)は本焼結時の断面図である。

【図6】

別の実施の形態の一例の断面図である。

【図7】

更に別の実施の形態の一例の断面図である。

【図8】

(a)(b)は異なる実施の形態の一例の斜視図である。

【図9】

三次元形状造形物の製造装置の全体構成を示す斜視図である。

【図10】

同上の基本動作の説明図である。

【図11】

従来例の問題点の説明図である。

【符号の説明】

B 焼結層ブロック

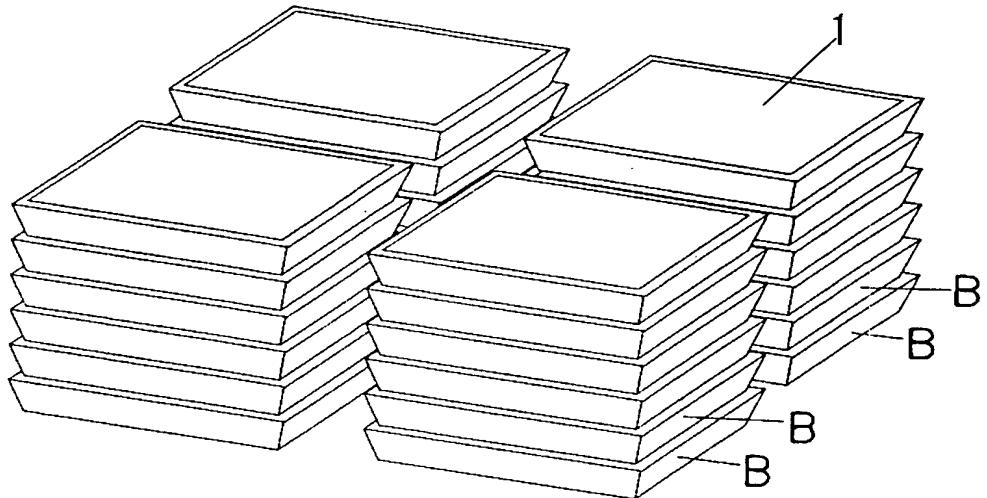
10 粉末層

11 焼結層

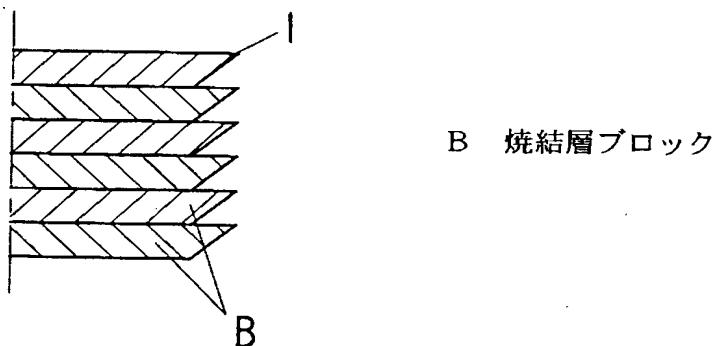
【書類名】 図面

【図1】

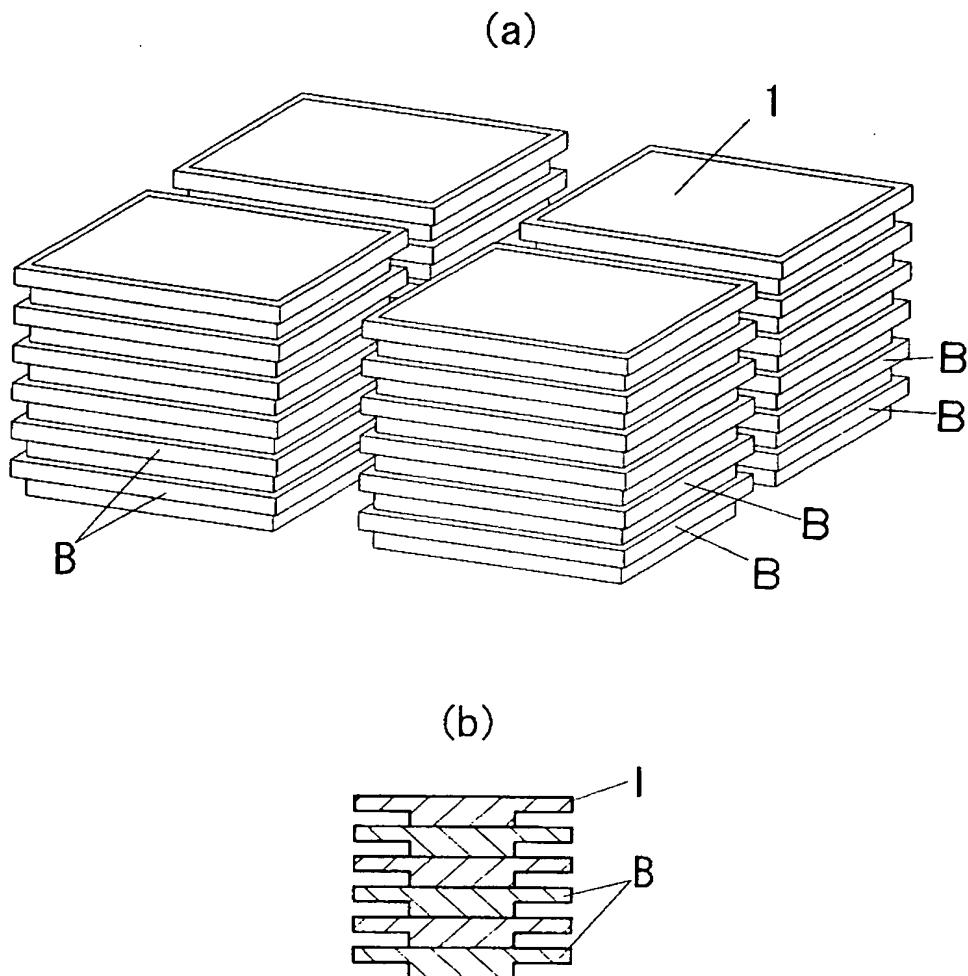
(a)



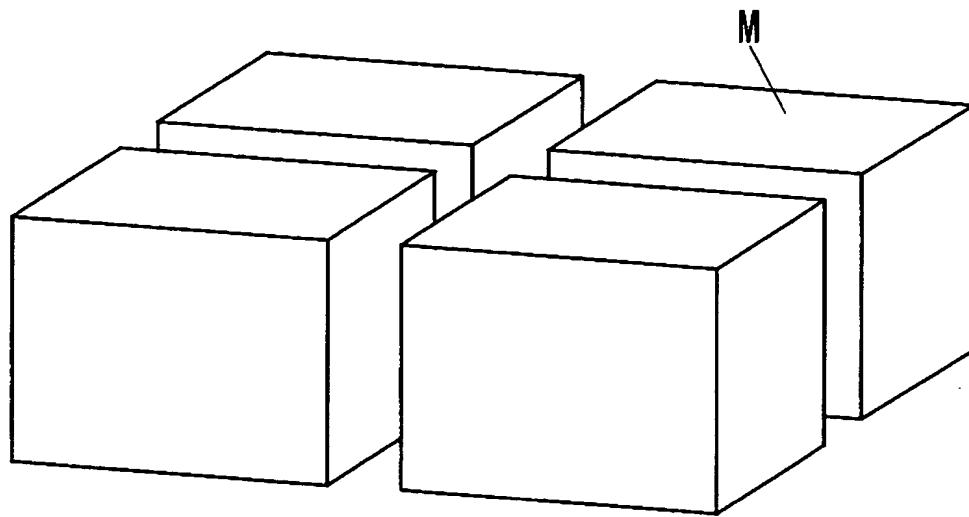
(b)



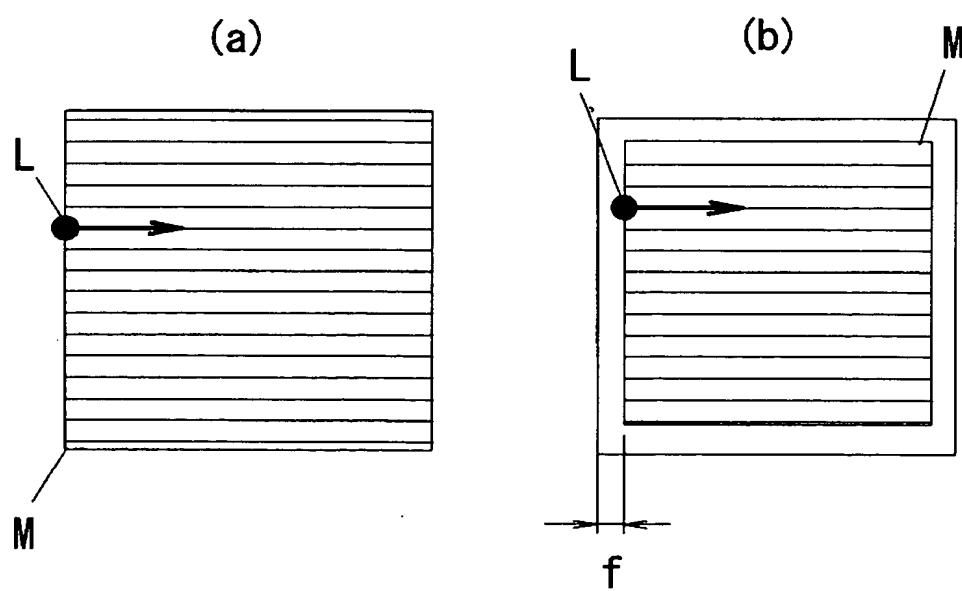
【図2】



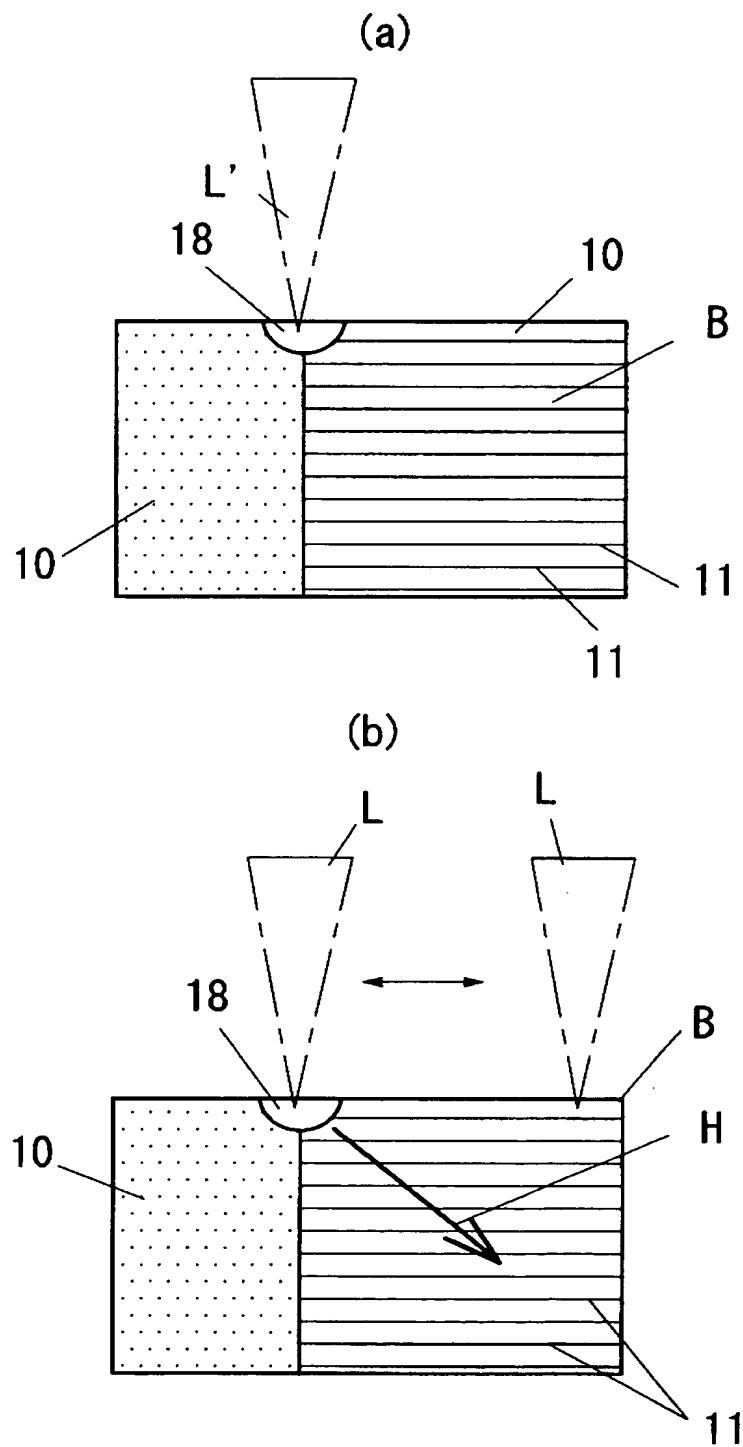
【図3】



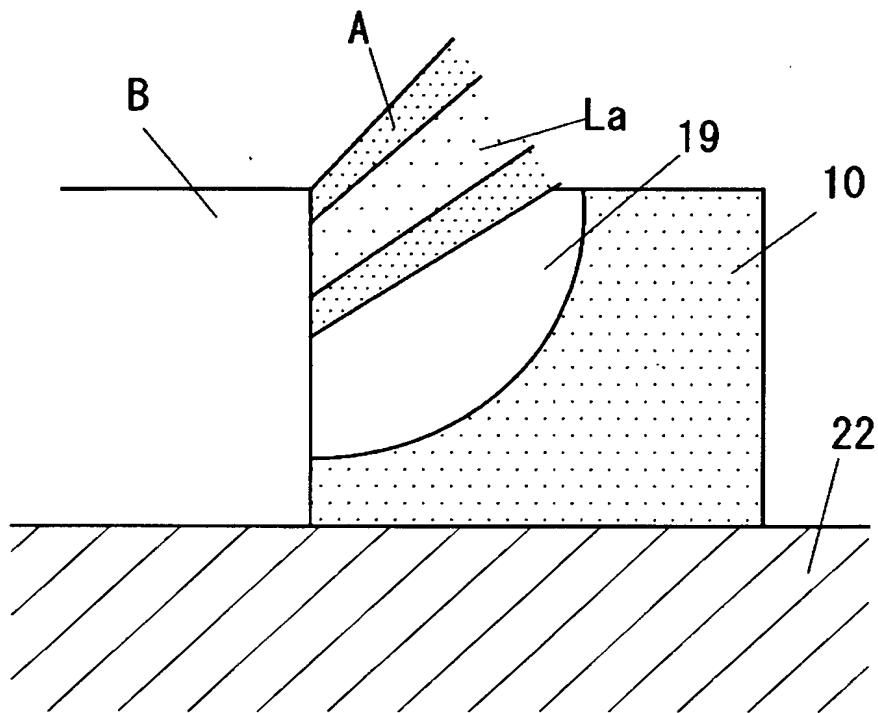
【図4】



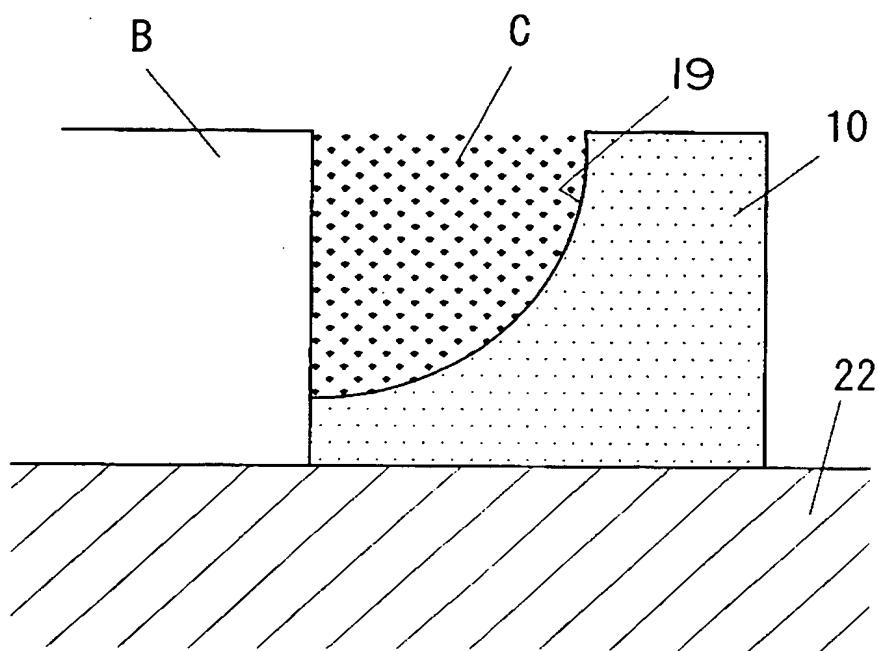
【図5】



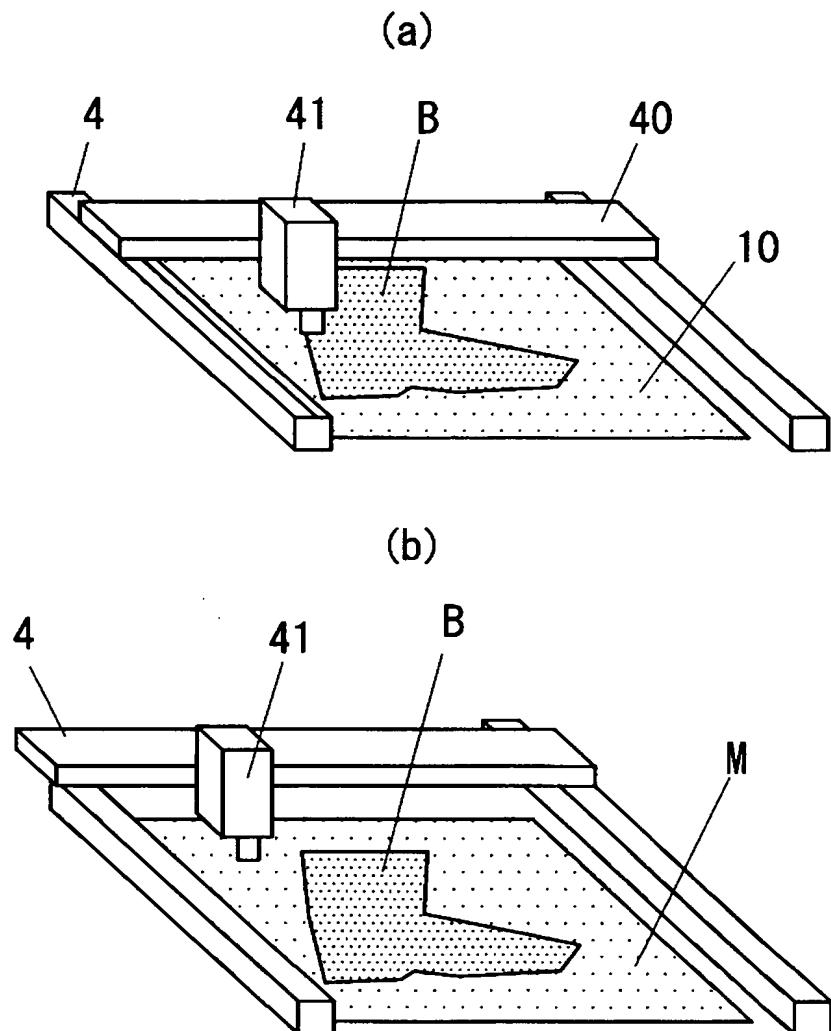
【図6】



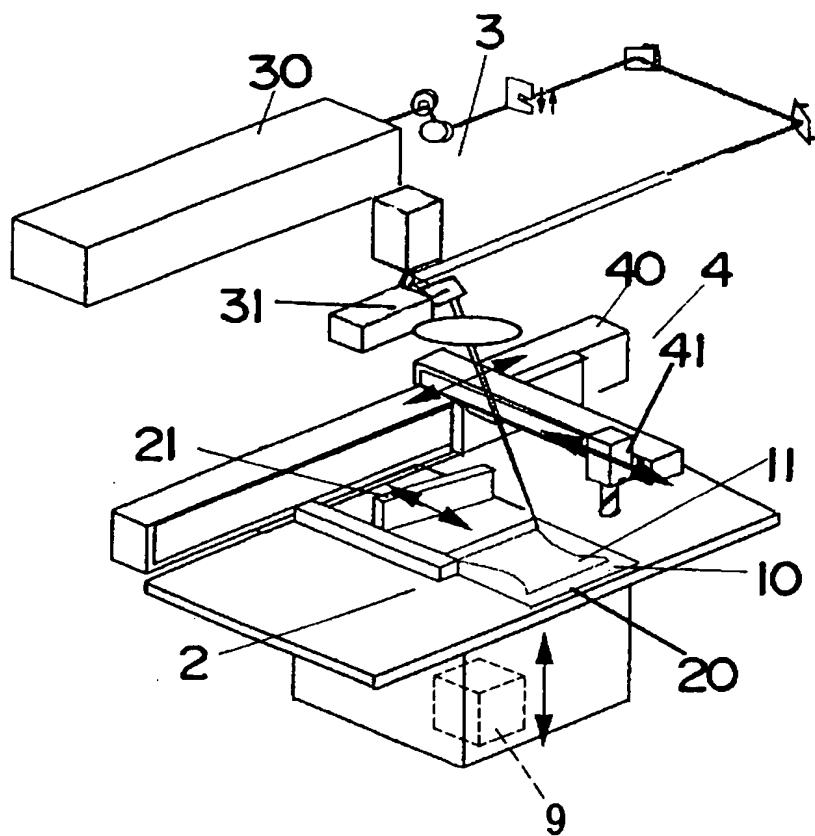
【図7】



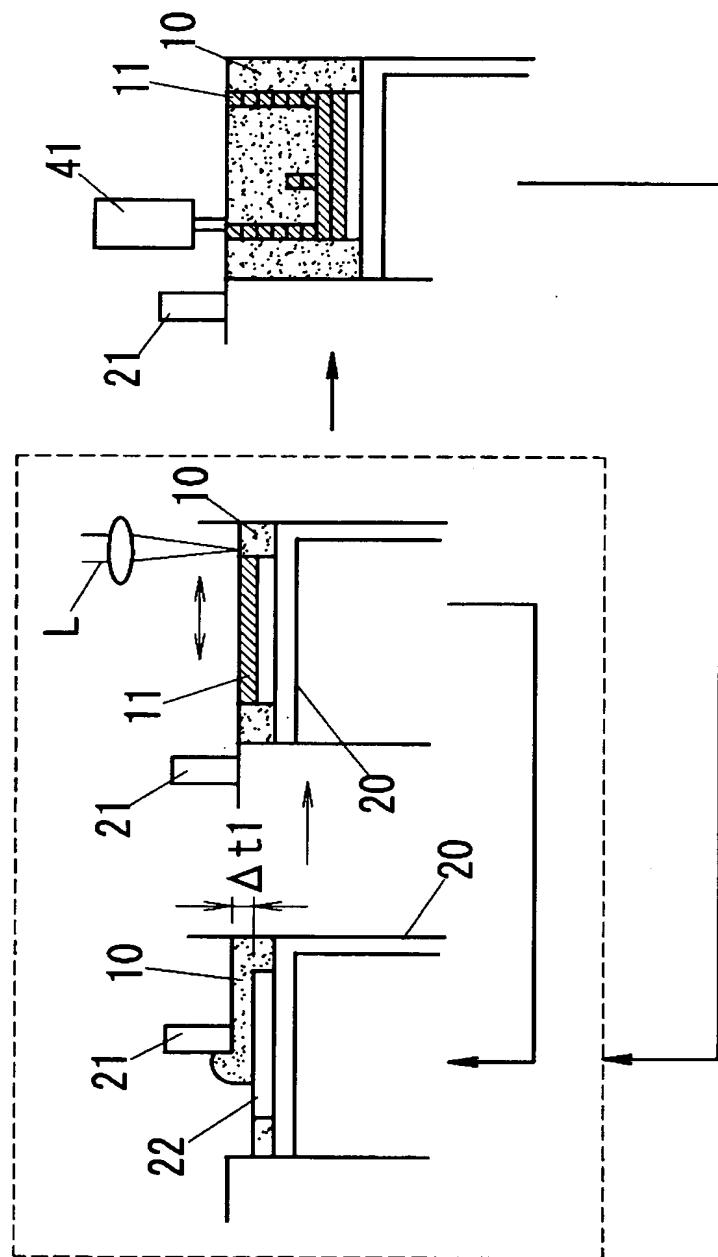
【図8】



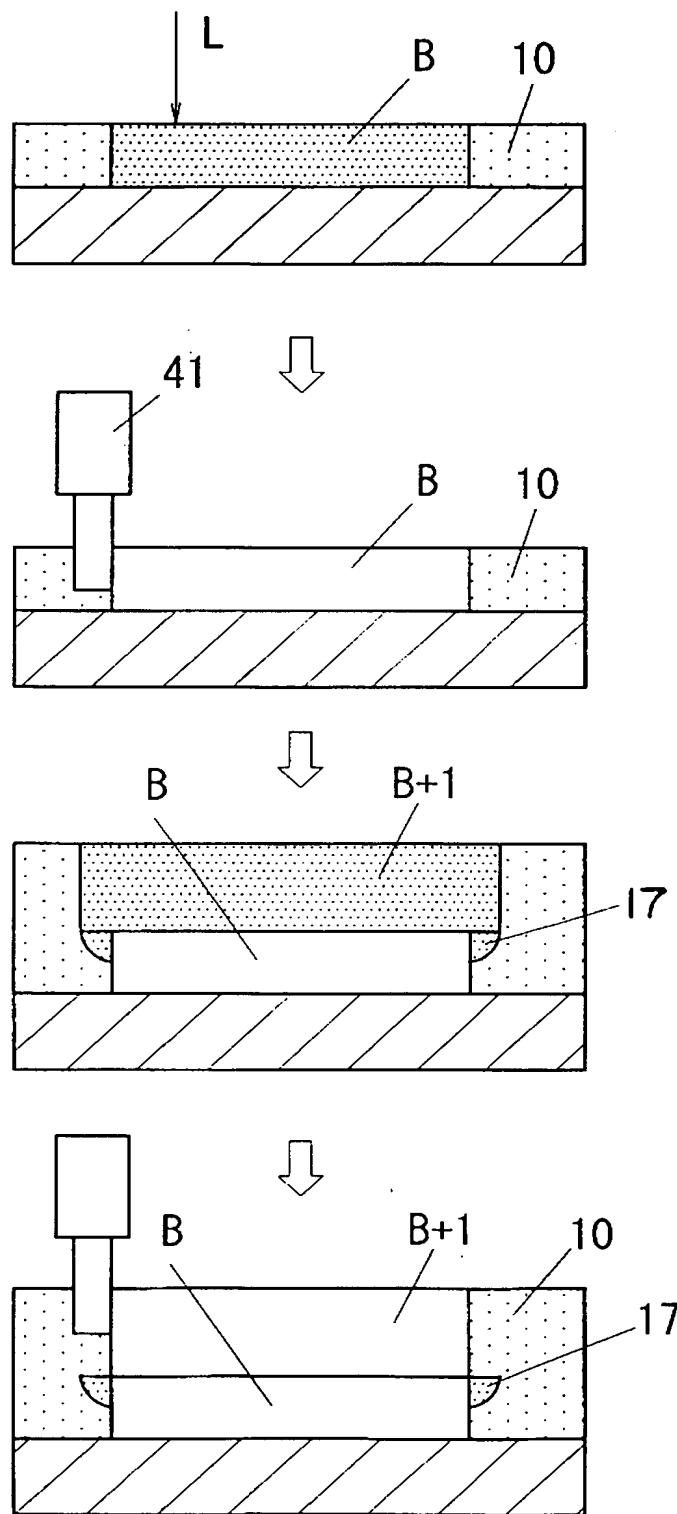
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 過剰焼結による問題を少なくする。

【解決手段】 無機質あるいは有機質の粉末材料の層10の所定箇所に光ビームLを照射焼結させて焼結層11を形成し、この焼結層の上に粉末材料の新たな層を被覆して所定箇所に光ビームを照射して該当箇所の粉末を焼結させることで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返すとともに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部及びまたは不要部分の除去を行う除去工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入して所要の三次元形状造形物の造形を行う。除去工程の挿入で区切られる造形サイクル毎に夫々形成される複数層の焼結層Bを、その水平断面積が下層より上層側の方を全体的に大として形成する。過剰焼結部の垂れ下がりを防ぐ。

【選択図】 図1

特願2002-287766

出願人履歴情報

識別番号 [000005832]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1048番地
氏名 松下電工株式会社